

理學博士 牧野富太郎 創始 主幹 藥學博士 朝比奈泰彦

# 植 物 研 究 雜 誌

THE JOURNAL OF JAPANESE BOTANY

第 28 卷 第 7 號 (通卷 第 306 號) 昭和 28 年 7 月發行

Vol. 28 No. 7 July 1953

千原光雄\*: 本邦暖海産綠藻類の生活史に關する研究 (I)

ヤブレグサの生活史について\*\*

Mitsuo CHIHARA\*: Studies on the life-history of the green algae in the warm seas around Japan (I)

On the life-history of *Letterstedtia japonica* Holmes.\*\*

綠藻ヤブレグサは本邦太平洋沿岸に生育するアオサ科の海藻で Holmes (1895) により初めて *Letterstedtia japonica* Holmes という学名で記載された。従来、アオサ科の植物は諸学者 (Carter, 1926; Föyn, 1929; 1934; Miyake & Kunieda, 1931; Moewus, 1938; Yamada & Saito, 1938; 新崎, 1946; Smith 1947; etc.) の研究対象となつたものが多く、その結果、これらの生殖、発生、及び生活史等に関しては可成り詳細な事柄が明らかになつている。ところで同じアオサ科のものでも現在ヤブレグサの属している *Letterstedtia* 属については、このような研究は殆んどされておらない。

筆者は主として生殖及び発生学的方面からこの植物について攻究する機会に恵まれ若干の知見を得る事ができた。稿を草するに当り常に御親切な御指導と御校閲を賜つた九大瀬川宗吉博士、並びに有益な御教示と御激励をいただいた東教大伊藤洋、三輪知雄兩教授及び東大新崎盛敏博士に衷心より感謝申上げる。

## (1) 材料及び藻体の觀察。

ヤブレグサは本州中央部太平洋岸の比較的深所に生育する海藻として著名なもので、故岡村博士 (1934, 1936) によると千葉県上総海岸に於て海底 15-30 m の地点からこれを得られたという。現在筆者のいる伊豆下田附近に於ても又、このような可成りの深所にも多数生育しておりドレッジ又はテングサ業者の採藻器等にて屢々得ることができ

\* 東京教育大學下田臨海實驗所、静岡県下田町。 Shimoda Marine Biological Station, Tokyo University of Education, Shimoda, Shizuoka Prefecture, Japan.

\*\* 東京教育大學下田臨海實驗所業績、第 74 號。 Contributions from the Shimoda Marine Biological Station, No. 74.

る。然し乍ら筆者は大潮時の際の観察或は潜水観察等により生育場所は必ずしもこのような深所のみとは限らず低潮線附近及びそのやや下帯に於ても相当多量に生育している事を知つた。このたびの実験観察に用いた材料は下田附近須崎小白浜採集のもので、上に述べたような比較的浅い所に生育するものである。深所のものも又一應の観察を行つたがその詳細は後日の機会に譲りたい。

周年観察によると天然に於て肉眼的に認め得る小形の幼体が多く見られるのは主として、12-1月の頃で、これは下項に述べる発生実験から推察して夏季に放出された游走

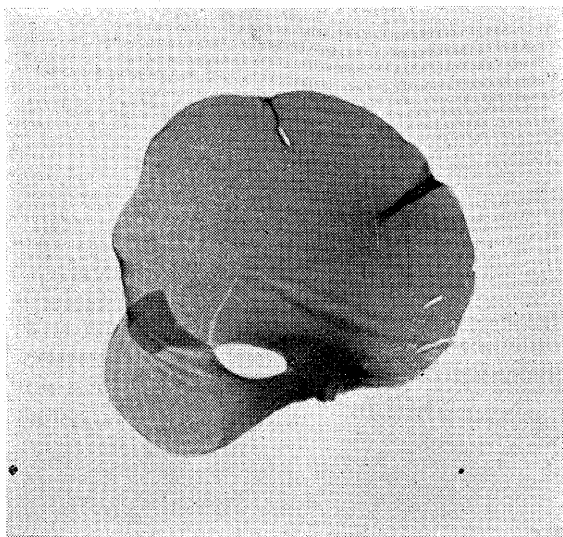


Fig. 1. Habit of a young plant collected at Susaki in January.  $\times 1.5$ .

細胞に由來するものと考えられる。幼時の形態は縁辺全縁で体全体は円形を呈し(第1図)、下部に極めて短い附着部をもっている。この部分は解剖的観察によると眞に分化した莖とはいへ難く葉体の一部の細胞がやや変形したものに過ぎない。又この時代の葉体はヤブレグサの特徴となつてゐる不規則な裂片部を未だ持たない。然し乍ら人為的に容易に縦の方向へ引裂け將來成体に見られるような性質を既に有している事がわかる。藻体は

その後、春から夏にかけて盛んに成長し同時に縁辺部は廣狹不規則な分裂によりやや放射狀を呈した多数の裂片となる。やがて晩夏から秋にかけて葉体は孢子嚢形成部分が消失する爲に漸次小形となり遂には消失するに至るが、この頃になると新個体の生育が見られるようになる。即ちヤブレグサの生育は夏季に最も著しく冬季はこれと逆の時期に相当し、一年を通じて多少の季節的消長はあるが完全な消失期は無いと言える。

游走細胞の形成及び放出は5月頃より10月頃までの極めて長い期間に亘つて行われる。生殖細胞は葉体縁辺部の栄養細胞がそのまま変成したもので栄養体の部分が暗緑色を呈するに反し黄褐色を呈するようになる。やがて游走細胞の放出がなされると、その部分は白味を帯び内容は空虚となり各細胞は表面に夫々1個の放出孔を残存しているが、その後、間もなくこの部分は消失するに至る。ところがある期間経過すると再び縁辺

部の栄養細胞は生殖細胞を形成する。ヤブレグサの個体はこうした生殖細胞の形成を数回繰り返すようである。ちなみにこのような生殖細胞形成の様式は他のアオサ科の植物にも極めて屢々見られる現象である。

## (2) 方 法。

游走細胞を放出させる際には成熟した生殖細胞を有する藻体を採集し海水に入れたまま実験室に持ち帰り注意深く瀧過海水で洗滌した後、生殖細胞の部分を取り予め胞子放出の爲に瀧過海水を満たして用意された容器中に放置する。材料が充分成熟しているときは必ずしも早朝とは限らず日中いかなるときでも游走細胞の放出が見られる。放出された游走細胞は夫々の処理後スライドグラス又は針金、貝殻、岩石等に附着させ、発生初期に於ては室内の培養器中にて、後期に於ては天然の海中で培養観察が行われた。室内培養に際しては培養器は常に直射日光の当らない北向きの所に置かれ培養液としてシュライバー液を用いた。尚培養続行中は温度の変化或は換水等が常に注意された。又鞭毛の染色にはクリスタルバイオレット、ローズアニリン等を用いた。

## (3) 配偶子及び接合子とその発芽。

配偶子嚢は葉体縁辺部に作られ細胞内には無数の配偶子が形成される。充分に成熟すると配偶子は細胞の内部で盛んに游泳し始め、やがて細胞の表面にできた放出孔を通じて外部へ泳ぎ出す。配偶子を放出した細胞は前述のように白色の内容空虛なものとなるが、時には游出の機会を逸したと考えられる配偶子が多数或は若干、細胞内に留つていて遂には静止し球状となり單爲発芽をする現象も観察された。

放出された配偶子の形態或は運動等は、その健康状態の良不良により可成りの変異が見られるが一般に強き正の趨光性を示して游泳し形態は前方尖り後方は円味を帯び全体として西洋梨型で前端に体長の約 1 倍半の 2 本の鞭毛を具えている。又体内には 1 個の明瞭な眼点及び若干の色素体と顆粒物質を藏する (第 2 図 A)。体の大きさは  $ca. 5.6-7.4 \mu \times 2.4-3.2 \mu$  であるが、游泳時に於てはその縦横の比は可成りの程度の変化が見られる。

これらの配偶子は同一個体から放出されたものの間では何等接合を示さないが幾つかの異なる個体間の交配実験に於て接合現象を観察することができる。即ちヤブレグサは雌雄異株、同型配偶とみて差支えないと考える (第 2 図 B)。接合子は 4 本の鞭毛で鈍い運動を続けるが間もなく基質に附着し鞭毛を失い直径  $ca. 4.2-5.4 \mu$  の球状となる。このものは明らかに 2 個の眼点を認める事ができる (第 2 図 D)。接合の機会を失った配偶子は相当長時間游泳を続けているが、その後、何れも光の側の基質に着生するに至る (径  $ca. 3.2-4.5 \mu$ ) (第 2 図 C)。基質に附着し球状となつた所謂“胚孢子”はその後、直ちに発芽することなく暫くの間休眠のような状態を過ごす。然しこの期間中夫々の胚孢子は個体によりある程度の変異はあるが何れも内容物はより緻密となり容積もやや増大する (第 2 図 E)。やがて光と反対側の胚孢子体の部分は膨潤し始め発芽管

を形成する (第2図 F)。時に相当の長期間 (1ヶ月以上) 何等の発芽現象を示さず上に述べたような球状のままになっているものもある。この理由はヤブレグサ本来の性質によるものか、又は実験室という異常な環境のもたらす結果であるか今の処、不明である。発芽管が伸長すると胚胞子の球形の部分と発芽管の部分とは新たに形成された隔膜によって分たれる (第2図 G)。続いての発育により最初の発芽管の部分は更に伸長し後になつて仮根を形成するようになる。一方、元の胚胞子の部分は仮根と反対側の方向、即ち光の方向へ伸長し同時に横の分裂を数回繰返し数個の細胞からなる糸状の直立部を作る

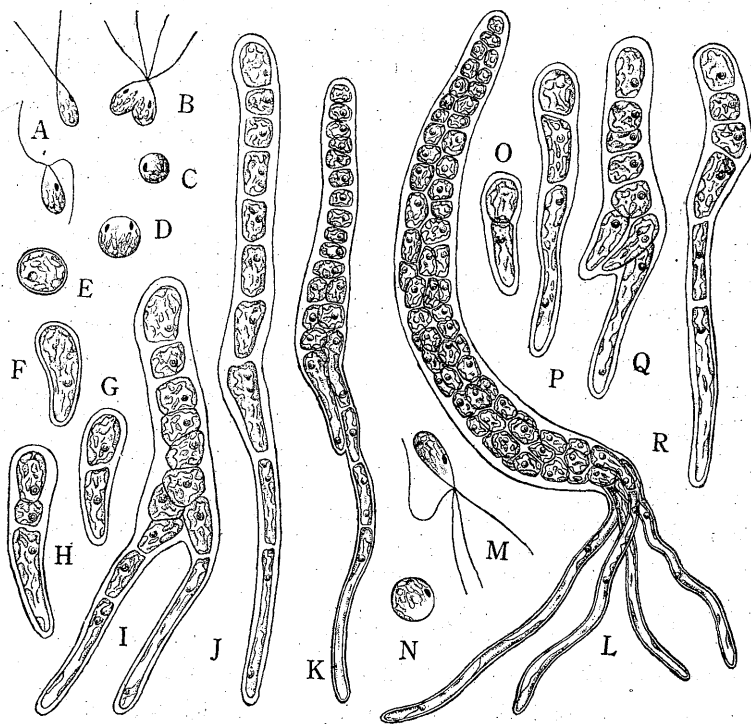


Fig. 2. A. Gametes. B. Conjugation of gametes. C. Settled gamete. D. Settled zygote. E. Resting zygote. F. Germination of zygote. G-L. Various stages of developments of zygotes. M. Zoospore. N. Settled zoospore. O-R. Developments of zoospores. (A, B, C, D, M, N.  $\times 2000$ . E.  $\times 1000$ . F-J, O-R.  $\times 670$ . K, L.  $\times 400$ .)

ようになる (第2図 H-J)。培養が進むにつれて続いて起る縦及び横の分裂により直立部は漸次大きくなり同時にその基部の細胞は更に数本の仮根を伸長せしめ 第2図 K, L にみるような幼体となる。而してこれを構成する各細胞は何れも明瞭なピレノイドとアオサ科特有の縞子の色素体を有している。このような発生体は5ヶ月後には直径約

数 mm の肉眼的に認め得る幼体となり 6 ヶ月では 1 cm 以上に達した。これらは何れも縁辺全縁で体全体は円形を呈し、先に第 1 図に示した天然からの幼体と全く一致する。更に天然海中での培養観察によると、引続いての生長により葉体はヤブレグサ特有の裂け目を多数有するようになってくる。尚初期の発育の際に仮根形成の全く見られなかつたもの或は直立部に枝分れを生ずるもの等も観察された。又接合できなかつた配偶子は何れも單爲発生をなしその後の発育状態は接合子の場合と全く同様であつたが、ただ最初の発芽管伸長までの期間が接合子のそれよりやや長いようであつた。

#### (4) 游走子及びその発芽。

游走子の形成及び放出様式は前述の配偶子と全く類似している。ただ 1 細胞内に形成される游走子の数は配偶子形成の場合に比し少ない。放出後の形態及び行動も配偶子に似ている。即ち正の趨光性を示して游泳し、形は西洋梨型で 1 個の眼点及び若干の色素体と顆粒物質を含んでいる。然し乍らその大きさは配偶子より大型で  $ca. 7.3-9.6 \mu \times 4.2-4.8 \mu$  の値を示す。又先端に 4 本の鞭毛を有している (第 2 図 M)。接合現象については同一個体間又は異株個体間、或は配偶子との間等の交配実験を試みたが何れの場合も接合は見られなかつた。而して游走子は間もなく基質に附着し鞭毛を失ひ球状 (径  $ca. 4.8-6.4 \mu$ ) となる事は配偶子の場合と同一である (第 2 図 N)。発生の様子も接合子の場合と非常に似ているが最初の時期に経過する休眠のような状態が接合子の際に見られたよりやや短い期間のようであつた。発芽管形成後は細胞分裂により直立部と仮根部が形成され、両者は夫々伸長と分裂とにより構成する細胞の数を或は長さを増加させその後の様子は接合子の場合と全く同じような幼体に発育した (第 2 図 O-R)。

#### (5) 考 察。

上述の実験観察の結果からヤブレグサは雌雄異株で同型配偶を行い、その生活環様式は肉眼的に全く区別のつかない単相の有性世代と複相の無性世代との交互の循環である。所謂、シオグサ型 “*Cladophora-Typus*” (Kylin 1938) に属するものと見做してよいと思う。

尚ヤブレグサの生殖或は発生の様子は多くの研究者によつて既に報ぜられたアオサ属やアオノリ属のものに極めて類似している。筆者も又比較の爲にアナアオサ *Ulva perlusa* Kjellm. についての実験観察を平行的に行つてみたがその結果は非常によく似ていた。強いてそれらとの差異を挙げると、生殖細胞の形成に際し 1 細胞内に作られる游走細胞の数が多し、及び生殖細胞の呈する色調が濃黄褐色である事等に過ぎない。然しこれらの事実は元來ヤブレグサの細胞が他のアオサ科のものに比較し大きい事、及び栄養細胞の色調が非常に暗緑色である事等から考えて当然予想される事であり、この点アオサ属やアオノリ属との本質的な差異とは考えられない。処で現在ヤブレグサの属している *Letterstedtia* 属は Areschoug (1850) によつて設けられたもので、これがアオサ属と異なる処は莖と側葉 (seitenständige Blätter) とが分化しているという点にあ

つて属の代表種である *L. insignis* Aresch. は図で見るに明かにこの特徴を具えている。然るに筆者はヤブレグサの幼き個体及び成体につき外形的並びに内部形態的に観察をなし特に莖と側葉の部分の分化について注意を向けたのであるが、長幼に拘らず両部が明瞭に分化している藻体は見られなかった。僅かに幼き個体に於て基部の附着部分が短い莖のようになっていたがこれは外形的にも解剖的にもヨーロッパ産の *Ulva Lactuca* L. 或いは本邦大伏崎のアオサ属の1種 *Ulva* sp. のそれと全く軌を一にするもので Areschoug のいう *Letterstedtia* 属の特徴と一致するようには思われない。ただヤブレグサは縦に裂け易く大きくなるに従つて呈する藻体の不規則な分裂現象は従来知られているアオサ属のものに較べやや差異があるようである。

最近 Chapman (1952) はニュージーランド産として新たに *Letterstedtia* 属の2種を記載しその葉柄 (stipe) の部分を図示しているが莖と側葉との分化という観点から眺めるとき、これらの種の所属には若干疑問がある様に思われる。尙何れにしても *Letterstedtia* と *Ulva* との限界については今後種々の角度からより詳細な検討を必要とするものの様に思われる。

以上生殖及び発生学的並びに形態学的見地から考察するとき我が国のヤブレグサは果して *Letterstedtia* 属に配して妥当か否か尙問題が存する様である。

#### (6) 摘 要。

1. ヤブレグサの藻体は1年を通じて若干の季節的消長はあるが生育は殆ど周年に亘つて見られる。
2. 肉眼的に認め得る小形の幼体は主に12月—1月の候に多く見られる。この頃の藻体は縁辺全縁であるが、その後、春から夏にかけての生育に伴い縁辺はやや不規則な放射状の裂け目を呈する。
3. 游走細胞の形成及び放出は5月頃より10月頃までの長期間に亘つて行われる。
4. ヤブレグサは雌雄異株、同型配偶で配偶子は西洋梨型を呈し2本の鞭毛と1個の眼点及び若干の色素物質を有し游泳は強き正の趨光性を示す。
5. 接合子は暫くの間休眠のような状態を経て後に発芽を始める。初期発生体は直立部と仮根部とからなり、その後、縁辺全縁の、更にその後は多数の裂け目を有する幼体に發育した。これらの体は複相の無性世代に相当するものと考えられる。尙接合しなかつた配偶子は何れも單獨的に発生を示した。
6. 游走子の形態及び行動は全く配偶子に類似しているが、体は遙かに大きく又4本の鞭毛をもち接合現象を示さない。
7. 游走子の発生の様子も又接合子の場合と全く類似している。然しこの発生体は單相の有性世代のものと考えられる。
8. ヤブレグサの生活環様式は單相の有性世代と複相の無性世代の交互の循環である所謂シオグサ型と考える。

9. ヤブレグサの生殖及び発生の様子はアオサ属やアオノリ属のものと非常に類似している。又、長幼に拘らず莖と側葉とは明瞭に分化していない。これらの事から考えて *Letterstedtia* 属への所属に疑問が持たれる。

### Résumé

The present paper deals with the life-history of *Letterstedtia japonica* Holmes. The materials were collected in the vicinity of Susaki near the Shimoda Marine Biological Station.

1. The fronds of this alga can be seen in this locality almost throughout the year, with some seasonal variations. Its younglings, visible to the naked eye, are found oftener in December and January. About this time its margin is almost entire, but later it grows and splits itself slight radially.

2. The formation and liberation of the swarmer can be seen for a very long time from May to October.

3. The sexual plants are dioecious and isogamous. The gamete is pear-shaped, with two flagella, one eye-spot and several chromatophores. It swims vividly in strong positive phototaxis.

4. The zygote begins to germinate after a time. And the germling is composed of upright and rhizoidal parts, and probably it develops some time later into a diploid asexual individual. The parthenogenetic development of gametes was also observed.

5. The form and action of the zoospore bear exact resemblance to those of the gamete, but it is far bigger than the gamete and has four flagella. No conjugation of the zoospores is observable in any cases. The development of the zoospores is almost the same with that of the zygotes, though the former is likely to be destined to be a haploid sexual plant.

6. The type of life-cycle in the present alga, therefore, can safely be considered that a haploid gametophyte alternates with a morphologically similar diploid sporophyte, entirely belonging to the so-called "**Cladophora-type**".

7. The facts that the reproduction and development of the present alga closely resemble those of *Ulva pertusa* and that there exists no clear differentiation of stalk and lateral leaves (seitenständige Blätter) lead us to conclude that there is plenty of room for the further study to ascertain whether it belongs to the genus *Letterstedtia*.

## 文 献

1. 新崎盛敏 (1946) アオサ科及びヒトエグサ科の植物の胞子の発芽について. 生物, **1**.
2. Carter, N. (1926) An investigation into the cytology and biology of the Ulvaceae. Ann. of Bot., **40**.
3. Chapman, V. J. (1952) New entities in the Chlorophyceae of New Zealand. Trans. of Roy. Soc. of New Zealand. **80**, Part 1.
4. Föyn, B. (1929) Untersuchungen über die Sexualität und Entwicklung von Algen. IV. Vorläufige Mitteilung über die Sexualität und Generationswechsel von *Cladophora* und *Ulva*. Ber. d. deu. bot. Ges., **47**.
5. ——— (1934) Lebenszyklus und Sexualität der Chlorophyceen *Ulva lactuca* L. Arch. f. Protistenk., **83**.
6. Holmes, E. M. (1895) New marine algae from Japan. Linn. Jour. Bot., **31**.
7. Kylin, H. (1938) Beziehungen zwischen Generationswechsel und Phylogenie. Arch. Protistenk., **90**.
8. Miyake, K. and Kunieda, H. (1931) On the conjugation of the gametes and the development of the zoospores in Ulvaceae. Jour. Coll. Agr. Imp. Univ. Tokyo, **11**.
9. Möwus, F. (1938) Die Sexualität und der Generationswechsel der Ulvaceen und Untersuchungen über die Parthenogenese der Gameten. Arch. f. Protistenk., **91**.
10. Okamura, K. (1934) Notes on algae dredged from the Pacific coast of Tiba Prefecture. Rec. of Oceanogr. works in Japan, **4**.
11. 岡村金太郎. (1928) 日本藻類図譜, **5**.
12. ——— (1936) 日本海藻誌.
13. Printz, H. (1927) "Chlorophyceae" in Die Natürlichen Pflanzenfamilien. 2 Aufl., **3**.
14. Smith, G. M. (1947) On the reproduction of some Pacific coast species of *Ulva*. Amer. Jour. Bot. **34**.
15. Yamada, Y. and Saito, E. (1938) On some culture experiments with the swarms of certain species belonging to the Ulvaceae. Sci. Pap. Inst. Alg. Res., Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ. **2**.